




# DEMODULATING DEVICE, CLOCK REPRODUCING DEVICE, DEMODULATING METHOD AND CLOCK REPRODUCING METHOD

**Patent number:** JP11088447  
**Publication date:** 1999-03-30  
**Inventor:** SOGABE YASUSHI; ISHIZU FUMIO; MURAKAMI KEIJI  
**Applicant:** MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
**Classification:**  
 - international: H04L25/49; H03M5/12; H04L7/027  
 - european: H03M5/12  
**Application number:** JP19970248349 19970912  
**Priority number(s):** JP19970248349 19970912

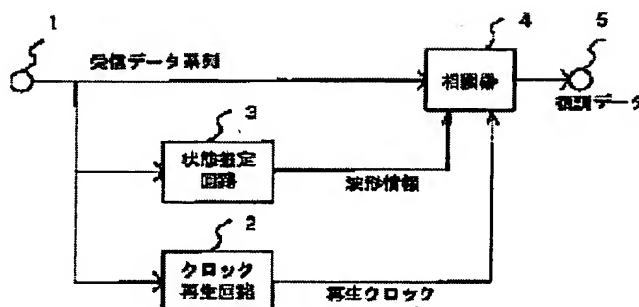
Also published as:

 FR2770056 (A1)  
 DE19841233 (A1)  
 AU744640 (B2)

Report a data error here

## Abstract of JP11088447

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize demodulation with a low bit error rate even at the time of noise or interference in the demodulation of reception data group which is encoded so as to express one symbol by plural bits in a time axis. **SOLUTION:** A system is composed of a clock reproducing circuit 2 generating a reproducing clock and outputting it, a state estimating circuit 3 estimating a reception state a waveform distortion, or the like, from a reception data group and outputting waveform information based on the estimation result and a correlator 4 correcting reference and/or sampling points based on the reproducing clock and waveform information, obtaining a correlative value between the reception data group and reference from the plural sampling points and outputting demodulating data based on the correlative value.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-88447

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 4 L 25/49

H 0 4 L 25/49

F

H 0 3 M 5/12

H 0 3 M 5/12

H 0 4 L 7/02

H 0 4 L 7/02

A

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-248349

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月12日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 曾我部 靖志

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 石津 文雄

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 村上 圭司

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

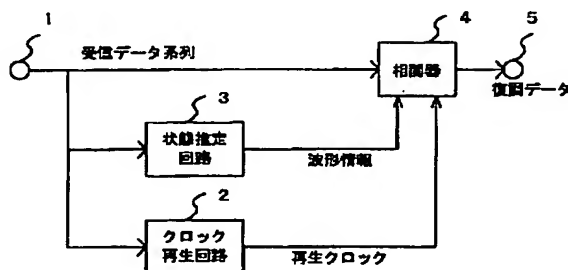
(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外2名)

(54) 【発明の名称】 復調装置、クロック再生装置、復調方法及びクロック再生方法

(57) 【要約】

【課題】 時間軸上で1シンボルを複数ビットで表現するように符号化された受信データ系列の復調において、雑音や干渉がある場合でもビット誤り率の低い復調を実現することを目的とする。また、符号間干渉や検波器の特性によって受信波形が歪んだ場合やduty比が劣化した場合でもビット誤り率の低い復調を実現することを目的とする。

【解決手段】 再生クロックを作成して出力するクロック再生回路と、受信データ系列から波形歪み等の受信状態を推定し、その推定結果に基づく波形情報を出力する状態推定回路と、再生クロック及び波形情報に基づいてリファレンス及び又はサンプル点を修正し、複数のサンプル点から上記受信データ系列とリファレンスとの相関値を求め、その相関値に基づいて復調データを出力する相関器とで構成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 時間軸上で 1 シンボルを複数ビットで表現するように符号化された受信データ系列から復調データを作成する復調装置において、上記受信データ系列から再生クロックを作成して出力するクロック再生回路と、上記受信データ系列から波形歪み等の受信状態を推定し、当該推定結果に基づく波形情報を出力する状態推定回路と、上記再生クロック及び上記波形情報に基づいてリファレンス及び又はサンプル点を修正し、複数個のサンプル点から上記受信データ系列と上記リファレンスとの相関値を求め、当該相関値に基づいて復調データを出力する相関器とを備えることを特徴とする復調装置。

【請求項 2】 時間軸上で 1 シンボルを複数ビットで表現するように符号化された受信データ系列から復調データを作成する復調装置において、上記受信データ系列又はリファレンスの位相を少しずつ変化させて上記受信データ系列と上記リファレンスとの相関を求め、複数個の相関値を出力する相関器と、上記複数個の相関値に基づいて上記データ判定に用いる位相を求め、位相情報として出力するタイミング推定回路と、上記位相情報に基づいて受信データ系列からデータを間引き、復調データとして出力する間引き回路とを備えることを特徴とする復調装置。

【請求項 3】 上記相関器は、上記受信データ系列と初期位相の異なる複数個の上記リファレンスとの相関を求め、当該複数個のリファレンスに対応して複数個の相関値を出力することを特徴とする請求項 2 に記載の復調装置。

【請求項 4】 上記相関器は、所定位相のリファレンスと位相を少しずつ変化させた上記受信データ系列との相関を求め、当該受信データ系列の位相の変化に対応して複数個の相関値を出力することを特徴とする請求項 2 に記載の復調装置。

【請求項 5】 上記受信データ系列から波形歪み等の受信状態を推定し、当該推定結果に基づく波形情報を出力する状態推定回路を備え、上記相関器は、上記波形情報に基づいて上記リファレンス及び又はサンプル点を修正することを特徴とする請求項 2 に記載の復調装置。

【請求項 6】 時間軸上で 1 シンボルを複数ビットで表現するように符号化された受信データ系列からクロックを再生するクロック再生装置において、上記受信データ系列又はリファレンスの位相を少しずつ変化させて上記受信データ系列と上記リファレンスとの相関を求め、複数個の相関値を出力する相関器を備え、上記複数個の相関値に基づいて再生クロックを求めることを特徴とするクロック再生装置。

【請求項 7】 上記相関器は、上記受信データ系列と初期位相の異なる複数個の上記リファレンスとの相関を求め、当該複数個のリファレンスに対応して複数個の相関値を出力することを特徴とする請求項 6 に記載のクロ

ック再生装置。

【請求項 8】 上記相関器は、所定位相のリファレンスと位相を少しずつ変化させた上記受信データ系列との相関を求め、当該受信データ系列の位相の変化に対応して複数個の相関値を出力することを特徴とする請求項 6 に記載のクロック再生装置。

【請求項 9】 時間軸上で 1 シンボルを複数ビットで表現するように符号化された受信データ系列から復調データを生成する復調方法において、上記受信データ系列から再生クロックを作成して出力するクロック再生ステップと、上記受信データ系列から波形歪み等の受信状態を推定し、当該推定結果に基づく波形情報を出力する状態推定ステップと、上記再生クロック及び上記波形情報に基づいてリファレンス及び又はサンプル点を修正し、複数個のサンプル点から上記受信データ系列と上記リファレンスとの相関値を求め、当該相関値に基づいて復調データを出力する相関ステップとを備えることを特徴とする復調方法。

【請求項 10】 時間軸上で 1 シンボルを複数ビットで表現するように符号化された受信データ系列から復調データを生成する復調方法において、上記受信データ系列又はリファレンスの位相を少しずつ変化させ、上記受信データ系列と上記リファレンスとの相関を求め、複数個の相関値を出力する相関ステップと、上記複数個の相関値に基づいてデータ判定に用いる位相を求め、位相情報として出力するタイミング推定ステップと、上記位相情報に基づいて上記受信データ系列からデータを間引き、復調データとして出力する間引きステップとを備えることを特徴とする復調方法。

【請求項 11】 上記受信データ系列から波形歪み等の受信状態を推定し、当該推定結果に基づく波形情報を出力する状態推定ステップを備え、上記相関ステップは、上記波形情報に基づいて上記リファレンスを修正することを特徴とする請求項 10 に記載の復調方法。

【請求項 12】 時間軸上で 1 シンボルを複数ビットで表現するように符号化された受信データ系列からクロックを再生するクロック再生方法において、上記受信データ系列又はリファレンスの位相を少しずつ変化させて上記受信データ系列と上記リファレンスとの相関を求め、複数個の相関値を出力する相関ステップを備え、上記複数個の相関値に基づいて再生クロックを求めることを特徴とするクロック再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、時間軸上で 1 シンボルを複数ビットで表現する符号化を用いた通信における復調技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えば、マンチェスタ符号化された信号から復調データを作成する復調装置として、受信データ

10

20

30

40

50

系列を用いて再生クロックを作成し、その再生クロックを用いて受信データ系列から復調データを間引く方式が提案されている。図10は従来の復調装置の構成例であり、例えば特許第2508502号「復調回路」(沼田憲雄、井上隆幸、菅原研市)に記載されている復調回路の構成を模式的に表したブロック図である。また、図11は従来の復調装置の動作を説明する略線図であり、図12は従来の復調装置の動作を示すフローチャートである。

【0003】図10において、101はマンチェスタ符号化された受信データ系列が入力される入力端子、102は受信データ系列を用いて再生クロックを作成し、再生クロックを出力するクロック再生回路、103は復調用の間引きクロックを作成するために、クロック再生回路102から出力された再生クロックの位相を補正し、間引きクロックとして出力する位相補正回路、104は位相補正回路103から出力された間引きクロックを用いて、受信データ系列から復調データを間引いて出力する間引き回路、105は復調データの出力端子である。

【0004】次に動作について、図10～図12を参照して説明する。図11に示すように、マンチェスタ符号化されたデータ系列は、1シンボル内にデータの反転があり、1シンボルは2ビットで成る。例えば、NRZ (Non Return to Zero) 信号で“1”を送信する場合にはマンチェスタ符号では“10”となり、また“0”を送信する場合には“01”となる。したがって、復調にあたっては、各シンボルにおける前半のビットまたは後半のビットを間引くことでマンチェスタ復号も同時に行う。

【0005】まず、入力端子101に受信データ系列が入力されると動作が開始する。クロック再生回路102で受信データ系列を用いて再生クロックを作成すると(ステップS201)、位相補正回路103では、クロック再生回路102から出力された再生クロックの位相が、シンボルの前半ビットまたは後半ビットになるように位相を補正し、後段の間引き回路104に間引きクロックとして出力する(ステップS202)。間引き回路104では、前段の位相補正回路103から出力された間引きクロックを用いて、受信データ系列からデータを間引き、復調データを出力する(ステップS203)。

受信データ系列の入力がなくなり、復調を終えれば動作を終了する。

【0006】以上のように、従来の復調装置は、受信データ系列を用いて作成した再生クロックの位相がシンボルの前半ビットまたは後半ビットになるように位相を補正して間引きクロックを作成し、その間引きクロックを用いて受信データ系列から復調データを間引き、復調する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら従来の方

式では、1シンボル当たり1点のデータで復調を行うため、雑音や干渉によってデータ判定点を誤り易いという欠点があった。また、シンボルにおける後半のビットを間引くことで誤り率の低減を図っているが、送信波形に歪みがある場合や、検波器や伝送路特性によってシンボルにおける“H”と“L”のduty比が劣化(例えば4:6のようになる)した場合には誤り易いという欠点があった。

【0008】この発明は以上のような欠点を解決するためになされたもので、雑音や干渉がある場合でもビット誤り率の低い復調を実現することを目的とする。また、符号間干渉や検波器の特性によって受信波形が歪んだ場合やduty比が劣化した場合でもビット誤り率の低い復調を実現することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明に係る復調装置は、時間軸上で1シンボルを複数ビットで表現するように符号化された受信データ系列から復調データを作成する復調装置において、受信データ系列から再生クロックを作成して出力するクロック再生回路と、受信データ系列から波形歪み等の受信状態を推定し、その推定結果に基づく波形情報を出力する状態推定回路と、再生クロック及び波形情報に基づいてリファレンス及び又はサンプル点を修正し、複数個のサンプル点から受信データ系列とリファレンスとの相関値を求め、その相関値に基づいて復調データを出力する相関器とを備えるものである。

【0010】さらに次の発明に係る復調装置は、時間軸上で1シンボルを複数ビットで表現するように符号化された受信データ系列から復調データを作成する復調装置において、受信データ系列又はリファレンスの位相を少しずつ変化させて受信データ系列とリファレンスとの相関を求め、複数個の相関値を出力する相関器と、その複数個の相関値に基づいてデータ判定に用いる位相を求め、位相情報として出力するタイミング推定回路と、その位相情報に基づいて受信データ系列からデータを間引き、復調データとして出力する間引き回路とを備えるものである。

【0011】さらに次の発明に係る復調装置は、上記の復調装置において、相関器が受信データ系列と初期位相の異なる複数個の上記リファレンスとの相関を求め、その複数個のリファレンスに対応して複数個の相関値を出力するものである。

【0012】さらに次の発明に係る復調装置は、上記の復調装置において、相関器が所定位相のリファレンスと位相を少しずつ変化させた受信データ系列との相関を求め、その受信データ系列の位相の変化に対応して複数個の相関値を出力するものである。

【0013】さらに次の発明に係る復調装置は、上記の復調装置において、受信データ系列から波形歪み等の受信状態を推定し、その推定結果に基づく波形情報を出力

する状態推定回路を備え、相関器は、波形情報に基づいてリファレンス及び又はサンプル点を修正するものである。

【0014】また、この発明に係るクロック再生装置は、時間軸上で1シンボルを複数ビットで表現するように符号化された受信データ系列からクロックを再生するクロック再生装置において、受信データ系列又はリファレンスの位相を少しずつ変化させて受信データ系列とリファレンスとの相関を求め、複数個の相関値を出力する相関器を備え、その複数個の相関値に基づいて再生クロックを求めるものである。

【0015】さらに次の発明に係るクロック再生装置は、上記のクロック再生装置において、相関器が受信データ系列と初期位相の異なる複数個のリファレンスとの相関を求め、その複数個のリファレンスに対応して複数個の相関値を出力するものである。

【0016】さらに次の発明に係るクロック再生装置は、上記のクロック再生装置において、相関器が所定位相のリファレンスと位相を少しずつ変化させた受信データ系列との相関を求め、その受信データ系列の位相の変化に対応して複数個の相関値を出力するものである。

【0017】また、この発明に係る復調方法は、時間軸上で1シンボルを複数ビットで表現するように符号化された受信データ系列から復調データを生成する復調方法において、受信データ系列から再生クロックを作成して出力するクロック再生ステップと、受信データ系列から波形歪み等の受信状態を推定し、その推定結果に基づく波形情報を出力する状態推定ステップと、再生クロック及び波形情報に基づいてリファレンス及び又はサンプル点を修正し、複数個のサンプル点から受信データ系列とリファレンスとの相関値を求め、その相関値に基づいて復調データを出力する相関ステップとを備えるものである。

【0018】さらに次の発明に係る復調方法は、時間軸上で1シンボルを複数ビットで表現するように符号化された受信データ系列から復調データを生成する復調方法において、受信データ系列又はリファレンスの位相を少しずつ変化させ、受信データ系列とリファレンスとの相関を求め、複数個の相関値を出力する相関ステップと、複数個の相関値に基づいてデータ判定に用いる位相を求め、位相情報として出力するタイミング推定ステップと、位相情報に基づいて受信データ系列からデータを間引き、復調データとして出力する間引きステップとを備えるものである。

【0019】さらに次の発明に係る復調方法は、上記の復調方法において、受信データ系列から波形歪み等の受信状態を推定し、その推定結果に基づく波形情報を出力する状態推定ステップを備え、相関ステップは、波形情報に基づいてリファレンスを修正するものである。

【0020】また、この発明に係るクロック再生方法

は、時間軸上で1シンボルを複数ビットで表現するように符号化された受信データ系列からクロックを再生するクロック再生方法において、受信データ系列又はリファレンスの位相を少しずつ変化させて受信データ系列とリファレンスとの相関を求め、複数個の相関値を出力する相関ステップを備え、複数個の相関値に基づいて再生クロックを求めるものである。

【0021】

【発明の実施の形態】

10 実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1における復調装置の構成を示すブロック図、図2、図3は相関器の動作を説明する略線図、図4は図1に示した復調装置の動作原理を説明する略線図、図5は図1に示した復調装置の動作を示すフローチャートである。

【0022】図1において、1はマンチェスタ符号化された受信データ系列が入力される入力端子、2は受信データ系列を用いて再生クロックを作成し、再生クロックを出力するクロック再生回路、3は受信データ系列から波形歪み等の受信状態を推定し、その推定結果に基づく波形情報を出力する状態推定回路、4は状態推定回路3から出力される波形情報およびクロック再生回路2から出力される再生クロックを用いてリファレンス及び又はサンプル点を修正し、1シンボル当たり複数個のサンプル点から受信データ系列とリファレンスとの相関値を求め、その相関値に基づいて復調データを出力する相関器であり、5は復調データの出力端子である。

【0023】まず、マンチェスタ符号化された受信データ系列の復調に適用する相関器の基本動作を、図2を用いて説明する。前述のようにマンチェスタ符号の場合、例えばNRZ信号で“1”を送信する場合にはマンチェスタ符号では“10”となり、“0”を送信する場合には“01”となる。

【0024】これに対応して相関器では“0”を受信した場合の理想的な信号の形状である“0”用リファレンス、または、“1”を受信した場合の理想的な信号の形状である“1”用リファレンスのどちらかを用意し、受信データ系列とリファレンスとの相関値に基づいて復調データを出力する。

【0025】ここでは“1”用リファレンスを用いるものとする。また、相関値は受信データ系列とリファレンスが一致する場合には“相関値：1”とし、受信データ系列とリファレンスが反転する場合には“相関値：-1”とするものとする。

【0026】例えば、あるシンボルにおける受信データ系列が図2(a)の場合、相関器は、受信データ系列とリファレンスが一致するので“相関値：1”となり、NRZ信号として“1”を受信したと判定し、復調データ“1”を出力する。また図2(b)の場合では、受信データ系列とリファレンスが反転しているので“相関値：-1”となり、NRZ信号として“0”を受信したと判

定し、復調データ“0”を出力する。

【0027】次に、図1に示した相関器4の動作を、図3を用いて説明する。ここでは“1”用リファレンスを用いるものとする。サンプル数および相関値の範囲はシステムに合わせて任意に設定しても（サンプル数、相関値範囲を増減させても）良いが、説明を簡単にするために、1シンボル当たり8サンプル、相関値は-1~1の値をとるものとする。また、各シンボルにおける1番目のサンプル点は再生クロックによって、図3のように各シンボルの最初のサンプル点となるように同期しているものとする。

【0028】相関器4は、1シンボル当たり8個のサンプル点について受信データ系列とリファレンスとの相関を調べて相関値を求め、その結果に基づいて復調データを出力する。例えば、受信データ系列とリファレンスとの相関を調べた結果、半数以上のサンプル点が一致した場合には、復調データ“1”を出力する。それ以外の場合には、復調データ“0”を出力する。

【0029】具体的に説明する。相関器4が8個のサンプル点の相関を調べた結果、6個のサンプル点が一致した場合には、2個のサンプル点が反転する。よって、相関値： $4/8 (6/8 + (-2/8) = 4/8)$  となり、復調データ“1”を出力する。また、7個のサンプル点が反転した場合には、1個のサンプル点が一致する。よって、相関値： $-6/8 ((-7/8) + 1/8 = (-6/8))$  となり、復調データ“0”を出力する。

【0030】次に、復調装置の動作原理について図1~図5を参照して説明する。説明を簡単にするために、1シンボル当たり8サンプルとするが、システムに合わせてサンプル数は任意に設定しても（サンプル数を増減させても）良い。

【0031】入力端子1に入力データ系列が入力されると動作が開始する。まず、状態推定回路3で受信データ系列の波形を調べる。例えば、回線状態が悪く、波形が歪んだ場合では、符号の変化点は図4のようにジッタを持つことになり、サンプル点1、4、5、8のデータは反転データとなる場合がある。このような場合にはこれらサンプル点のデータはリファレンスと相関をとるのをやめ、サンプル点2、3、6、7のデータのみ用いる。

【0032】したがって、状態推定回路3では、波形の変化点のジッタを調べた結果、変化点のジッタが大きい場合では、相関をとるにあたってサンプル番号1、4、5、8のデータを用いるのをやめるという波形情報を相関器4に出力する（ステップS101）。これに対応して相関器4では、状態推定回路3から出力される波形情報をもとにサンプル点を修正する（ステップS102）。

【0033】一方、クロック再生回路2では、マンチェスタ符号化された受信データ系列を用いて再生クロックを作成する（ステップS103）。相関器4では、クロ

ック再生回路2から出力される再生クロックを用いてシンボル内の複数点をサンプルし（ステップS104）、受信データ系列とリファレンスとの相関値を求め、復調データを出力する（ステップS105）。受信データ系列の入力がなくなり、復調を終えれば動作を終了する。

【0034】以上のように実施の形態1における復調装置では、受信データ系列の波形を用いて波形歪み等の受信状態を推定し、その状態に基づいてサンプル点を修正すると共に、1シンボル当たり複数個のサンプル点から受信データ系列とリファレンスとの相関値を求め、その相関値に基づいて復調する。これにより、雑音や干渉がある場合において、また、符号間干渉や検波器の特性によって受信波形が歪んだ場合やduty比が劣化した場合において、よりビット誤り率の低い復調を実現できる。

【0035】なお、実施の形態1では、回線状態が悪く、波形が歪む場合に、受信状態に応じてサンプル点を修正する場合について説明したが、状態推定回路により一定した波形の歪みを推定できる場合には、波形情報に基づいて相関器のリファレンスの形状を修正して用いるようにしてもよい。

【0036】例えば、検波器の特性の影響で、“H”と“L”のduty比が50%にならない場合には、状態推定回路でduty比を求め、相関器に波形情報を出力する。相関器では、その波形情報に基づいてリファレンスを修正する。また、相関に用いるサンプルデータはそのままにしておき、リファレンスに重み付けを行う。

【0037】また、実施の形態1では、マンチェスタ符号化された受信データ系列の復調装置について説明したが、符号化は、時間軸上で1シンボルを複数ビットで表現するものであればよい。例えば、FM (Frequency Modulation) 符号化やMFM (Modified FM) 符号化等で符号化された受信データ系列の復調装置にも容易に適用できる。

【0038】例えば、FM符号化された受信データ系列は、NRZ信号で“0”を送信する場合には“11”または“00”となり、“1”を送信する場合には“10”または“01”となる。したがって、相関器では“0”用リファレンスとして“11”または“00”のリファレンス、もしくは、“1”用リファレンスとして“10”または“01”のリファレンスのいずれかを用意する。

【0039】例えば、“0”用のリファレンスを用意する場合には、“11”または“00”のリファレンスを用意する。復調においては、まず受信データ系列とリファレンスとの相関をとり、相関値を求める。さらに求めた相関値の絶対値をとり、その値が“1”に近い場合には復調データとして“1”を出力し、“0”に近い場合には復調データとして“0”を出力する。このように符号化に応じて、用意するリファレンスの形状を変更することによって容易に実現できる。



【0040】実施の形態2. 図6はこの発明の実施の形態2における復調装置の構成を示すブロック図、図7は図6に示した復調装置の動作原理を示す略線図、図8は相関器の出力例を示す出力特性図、図9は図6に示した復調装置の動作を示すフローチャートである。

【0041】図6において、6は受信データ系列と位相の異なる複数個のリファレンスとの相関値を求め、リファレンスに対応して複数個の相関値を出力する相関器であり、7は相関器6から出力される複数個の相関値の中から最大となる相関値を検出し、相関値が最大となる位相番号を位相情報として出力するタイミング推定回路であり、8はタイミング推定回路7から出力された位相情報を用いて受信データ系列からデータを間引き、復調データとして出力する間引き回路であり、入力端子1、出力端子5は実施の形態1に記載したものと同一である。

【0042】動作原理について図6～図9を参照して説明する。相関器6では実施の形態1の場合と同様に、受信データ系列とリファレンスとの相関を求めるが、実施の形態2の相関器6のリファレンスは、初期位相が異なる複数個のリファレンスを用いる。

【0043】サンプル数および相関値の範囲はシステムに合わせて任意に設定しても（サンプル数、相関値範囲を増減させても）良いが、説明を簡単にするために、1シンボル当たり8サンプル、相関値は-1～1の値をとるものとする。

【0044】このような復調装置の場合では、図7のように位相の異なる8個のリファレンスを用意する。図7の例では、NRZ信号で“1”（マンチェスタ符号で“10”）用のリファレンスを示す。

【0045】入力端子1に入力データ系列が入力されると動作が開始する。相関器6では、受信データ系列と図7に示したように初期位相の異なる8個のリファレンスとの相関を求める（ステップS107）。例えば、受信データ系列がすべて“1”の場合の相関値の出力例を図8に示す。図8で示す相関値は、受信データ系列と“1”用リファレンスとの相関値を示している。

【0046】図8のように、これら8個の相関値を比較すると、リファレンスの位相がシンボルの位相と同期している場合に相関値は最大となる。よって、タイミング推定回路7では、8個の相関値の中から最大となる相関値を求め（ステップS108）、相関値を最大にするリファレンスの位相番号を位相情報として間引き回路8に出力する（ステップS109）。

【0047】間引き回路8では、タイミング推定回路7から出力された位相情報をもとに受信データ系列から最適位相に対応するデータを間引き、復調データとして出力する（ステップS110）。受信データ系列の入力がなくなり、復調を終えれば動作を終了する。

【0048】以上のように実施の形態2における復調装置では、相関器を用いて、受信データ系列と初期位相の

異なる複数のリファレンスとの相関を求め、受信データ系列の最適なデータ判定点を求めることにより、よりビット誤り率の低い復調を実現できる。

【0049】なお、実施の形態2のタイミング推定回路7においては、相関値を最大にするリファレンスの位相を位相情報として後段に接続された間引き回路8に出力しているが、相関値を最小にするリファレンスの位相をシンボルの変化点とし、位相情報としても良い。

【0050】また、実施の形態2においては、初期位相の異なる複数個のリファレンスを用いる場合について説明したが、リファレンスを1個とし、受信データ系列の位相を少しずつ変えていくことで、複数の相関値を求めても良い。

【0051】また、マンチェスタ符号化された受信データ系列の復調装置について説明したが、符号化は時間軸上で1シンボルを複数ビットで表現するものであればよい。実施の形態1と同様に、例えば、FM符号化やMFM符号化等で符号化された受信データ系列の復調装置にも容易に適用できる。

【0052】実施の形態3. 実施の形態2の復調装置では、相関器のリファレンスとしては、“1”または“0”用のリファレンスを用いているが、このリファレンスは実施の形態1の場合と同様に、受信データ系列の状態に合わせて適応処理を行っても良い。この場合には、実施の形態1と同様に、状態推定回路を付加する。

【0053】動作について説明する。まず状態推定回路で受信データ系列から波形歪み等の受信状態を推定し、その推定結果に基づく波形情報を出力する。相関器では、状態推定回路から出力された波形情報に基づいてリファレンスの形状やサンプル点を修正する。以降、実施の形態2で説明したように、受信データ系列とリファレンスとの相関を求め、受信データ系列の最適なデータ判定点を求めて復調する。

【0054】以上のように実施の形態3における復調装置では、受信データ系列の波形を用いて波形歪み等の受信状態を推定し、その状態に基づいてサンプル点や相関器のリファレンスを修正することにより、符号間干渉や検波器の特性によって受信波形が歪んだ場合においても、よりビット誤り率の低い復調を実現できる。

【0055】また、実施の形態2と同様に、符号化は、時間軸上で1シンボルを複数ビットで表現するものであればよい。マンチェスタ符号化された受信データ系列以外に、例えば、FM符号化やMFM符号化等で符号化された受信データ系列の復調装置にも容易に適用できる。

【0056】実施の形態4. 実施の形態2の復調装置では、相関器を用いて受信データ系列から最適なデータの判定点を求め、マンチェスタ符号化された信号を復調する復調装置について説明したが、最適なデータの判定点を求める部分だけを用いてクロック再生回路としても良



【0057】すなわち、この発明の実施の形態4におけるクロック再生回路は、マンチェスタ符号化された受信データ系列またはリファレンスの位相を少しずつ変化させ、位相の変化に対応する複数の受信データ系列とリファレンスとの相関値を求める相関器と、その複数の相関値に基づいて最適な位相を検出し、再生クロックを作成するタイミング推定回路から構成される。

【0058】相関器では、受信データ系列またはリファレンスの位相を少しずつ変化させ、位相の変化に対応する複数の受信データ系列とリファレンスとの複数の相関値を求め、タイミング推定回路で、その複数の相関値に基づいて最適な位相を検出し、最適な再生クロックを作成する。

【0059】以上のように実施の形態4におけるクロック再生回路では、受信データ系列またはリファレンスの位相を少しずつ変化させ、リファレンスと受信データ系列との相関を求め、複数の相関値に基づいて最適な位相を検出し、最適な再生クロックを作成することにより、より高精度の再生クロックを作成できる。

【0060】また、例えば、実施の形態1に示したような復調装置にこのクロック再生回路を適用すると、より高精度の再生クロックを作成することにより、さらにビット誤り率の低い復調を実現できる。

【0061】また、相関器を共用することにより、ハードウェア効率を向上できる。

【0062】なお、実施の形態2と同様に、符号化は、時間軸上で1シンボルを複数ビットで表現する符号化であればよい。マンチェスタ符号化された受信データ系列以外に、例えば、FM符号化やMFM符号化等で符号化された受信データ系列の復調装置にも容易に適用できる。

【0063】

【発明の効果】以上のように、この発明に係る復調装置によれば、再生クロック及び波形歪み等の受信状態を推定した結果に基づく波形情報に基づいてリファレンス及び又はサンプル点を修正し、複数のサンプル点から受信データ系列とリファレンスとの相関値を求め、その相関値に基づいて復調データを出力し、復調することにより、雑音や干渉がある場合において、また、符号間干渉や検波器の特性によって受信波形が歪んだ場合やduty比が劣化した場合において、よりビット誤り率の低い復調を実現できる。

【0064】さらに次の発明に係る復調装置によれば、受信データ系列又はリファレンスの位相を少しずつ変化させて受信データ系列とリファレンスとの相関を求め、複数の相関値に基づいてデータ判定に用いる位相を求めて復調に用いることにより、よりビット誤り率の低い復調を実現できる。

【0065】さらに次の発明に係る復調装置によれば、受信データ系列と初期位相の異なる複数のリファレン

スとの相関を求め、その複数のリファレンスに対応して複数の相関値に基づいてデータ判定に用いる位相を求めて復調に用いることにより、よりビット誤り率の低い復調を実現できる。

【0066】さらに次の発明に係る復調装置によれば、所定位相のリファレンスと位相を少しずつ変化させた受信データ系列との相関を求め、その受信データ系列の位相の変化に対応して複数の相関値に基づいてデータ判定に用いる位相を求めて復調に用いることにより、よりビット誤り率の低い復調を実現できる。

【0067】さらに次の発明に係る復調装置によれば、受信データ系列から波形歪み等の受信状態を推定し、その推定結果に基づく波形情報に基づいてリファレンス及び又はサンプル点を修正することにより、符号間干渉や検波器の特性によって受信波形が歪んだ場合においても、よりビット誤り率の低い復調を実現できる。

【0068】また、この発明に係るクロック再生装置によれば、受信データ系列又はリファレンスの位相を少しずつ変化させて受信データ系列とリファレンスとの相関を求め、複数の相関値に基づいて再生クロックを作成することにより、より高精度の再生クロックを作成できる。また、復調装置に適用することにより、よりビット誤り率の復調を実現できる。

【0069】さらに次の発明に係るクロック再生装置によれば、受信データ系列と初期位相の異なる複数のリファレンスとの相関を求め、その複数のリファレンスに対応して複数の相関値に基づいて再生クロックを作成することにより、より高精度の再生クロックを作成できる。また、復調装置に適用することにより、よりビット誤り率の復調を実現できる。

【0070】さらに次の発明に係るクロック再生装置によれば、所定位相のリファレンスと位相を少しずつ変化させた受信データ系列との相関を求め、その受信データ系列の位相の変化に対応して複数の相関値に基づいて再生クロックを作成することにより、より高精度の再生クロックを作成できる。また、復調装置に適用することにより、よりビット誤り率の復調を実現できる。

【0071】また、この発明に係る復調方法によれば、再生クロック及び波形歪み等の受信状態を推定した結果に基づく波形情報に基づいてリファレンス及び又はサンプル点を修正し、複数のサンプル点から受信データ系列とリファレンスとの相関値を求め、その相関値に基づいて復調データを出力し、復調することにより、雑音や干渉がある場合において、また、符号間干渉や検波器の特性によって受信波形が歪んだ場合やduty比が劣化した場合において、よりビット誤り率の低い復調を実現できる。

【0072】さらに次の発明に係る復調方法によれば、受信データ系列又はリファレンスの位相を少しずつ変化させて受信データ系列とリファレンスとの相関を求め、

複数の相関値に基づいてデータ判定に用いる位相を求めて復調に用いることにより、よりビット誤り率の低い復調を実現できる。

【0073】さらに次の発明に係る復調方法によれば、受信データ系列から波形歪み等の受信状態を推定し、その推定結果に基づく波形情報に基づいてリファレンス及び又はサンプル点を修正することにより、符号間干渉や検波器の特性によって受信波形が歪んだ場合においても、よりビット誤り率の低い復調を実現できる。

【0074】また、この次の発明に係るクロック再生方法によれば、受信データ系列又はリファレンスの位相を少しずつ変化させて受信データ系列とリファレンスとの相関を求め、複数の相関値に基づいて再生クロックを作成することにより、より高精度の再生クロックを作成できる。また、復調装置に適用することにより、よりビット誤り率の復調を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1を示す復調装置のブロック図

【図2】 相関器の動作の説明に供する略線図

【図3】 相関器の動作の説明に供する略線図

【図4】 この発明の実施の形態1の動作の説明に供する略線図

\*【図5】 この発明の実施の形態1の復調装置の動作を示すフローチャート

【図6】 この発明の実施の形態2を示す復調装置のブロック図

【図7】 この発明の実施の形態2の復調装置の動作原理を示す略線図

【図8】 相関器の出力例を示す出力特性図

【図9】 この発明の実施の形態2の復調装置の動作を示すフローチャート

10 【図10】 従来の復調装置のブロック図

【図11】 従来の復調装置の復調動作を説明する略線図

【図12】 従来の復調装置の動作を示すフローチャート

【符号の説明】

1, 101 入力端子

2, 102 クロック再生回路

3 状態推定回路

4, 6 相関器

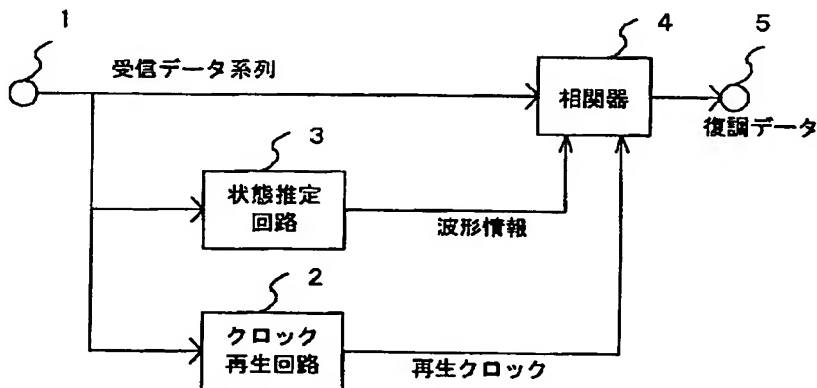
20 5, 105 出力端子

7 タイミング推定回路

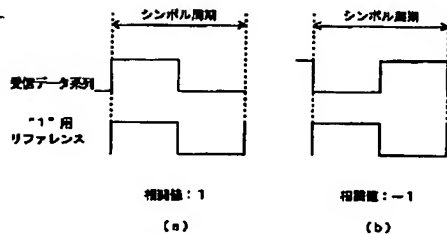
8, 104 間引き回路

\* 103 位相補正回路

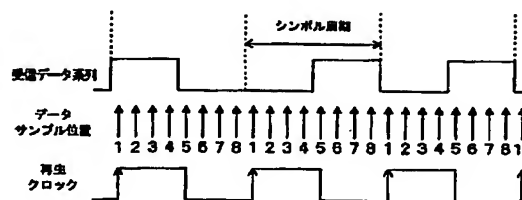
【図1】



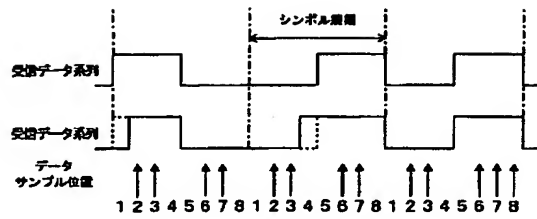
【図2】



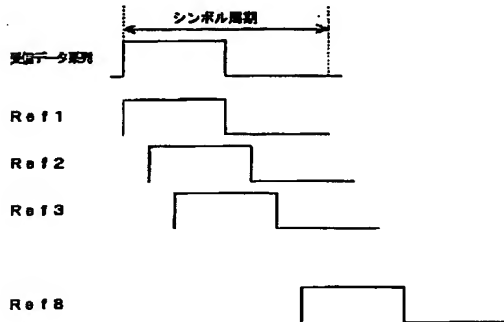
【図3】



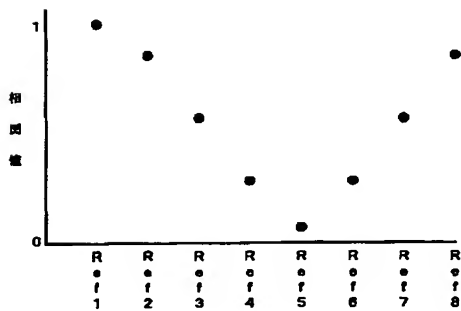
【図4】



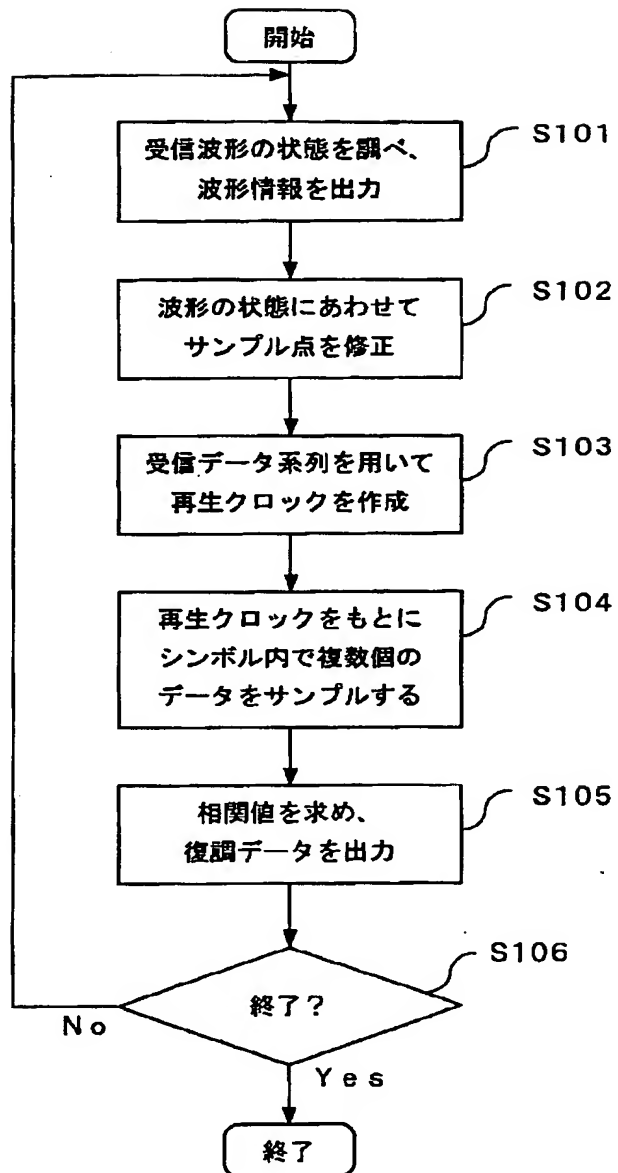
【図7】



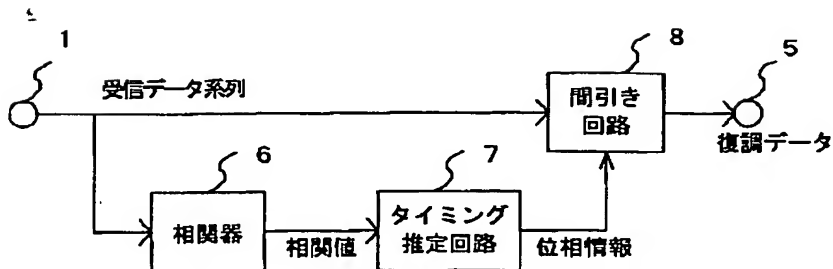
【図8】



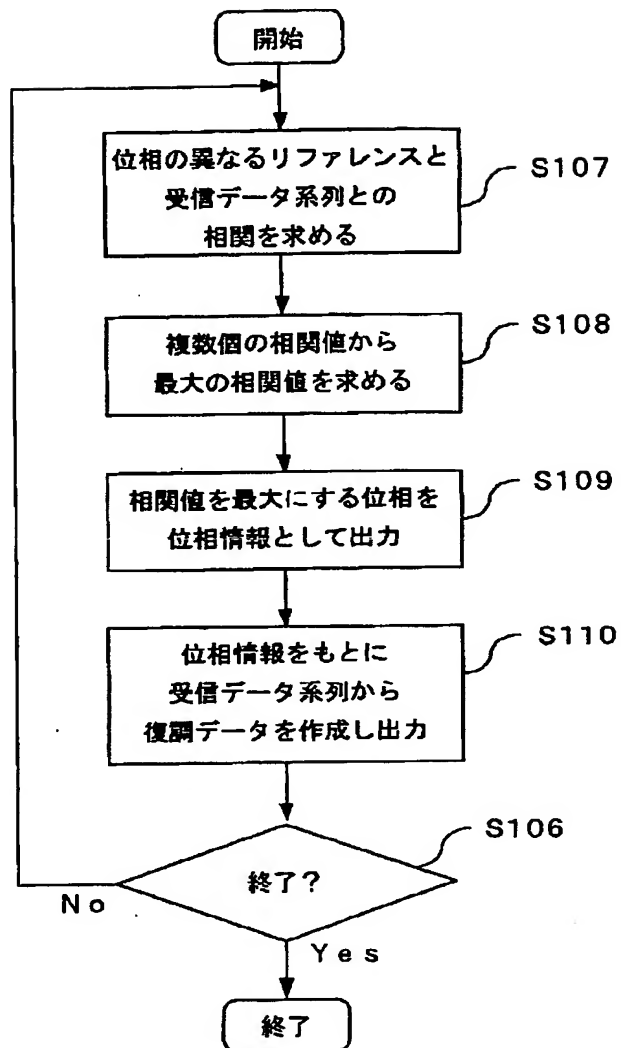
【図5】



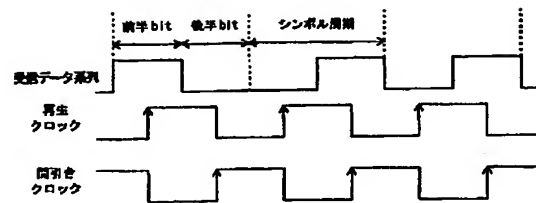
【図6】



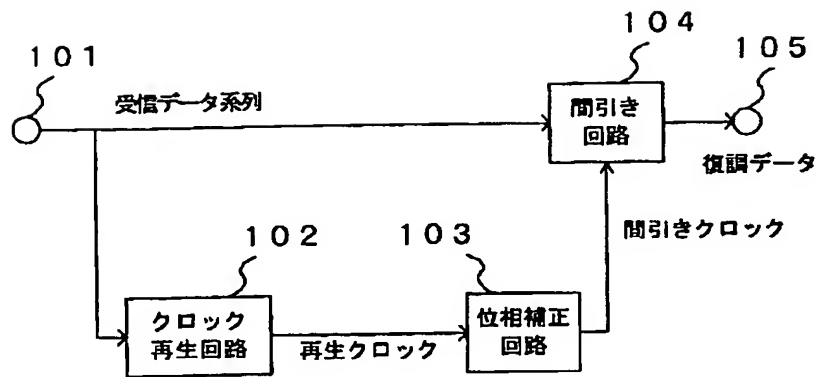
【図9】



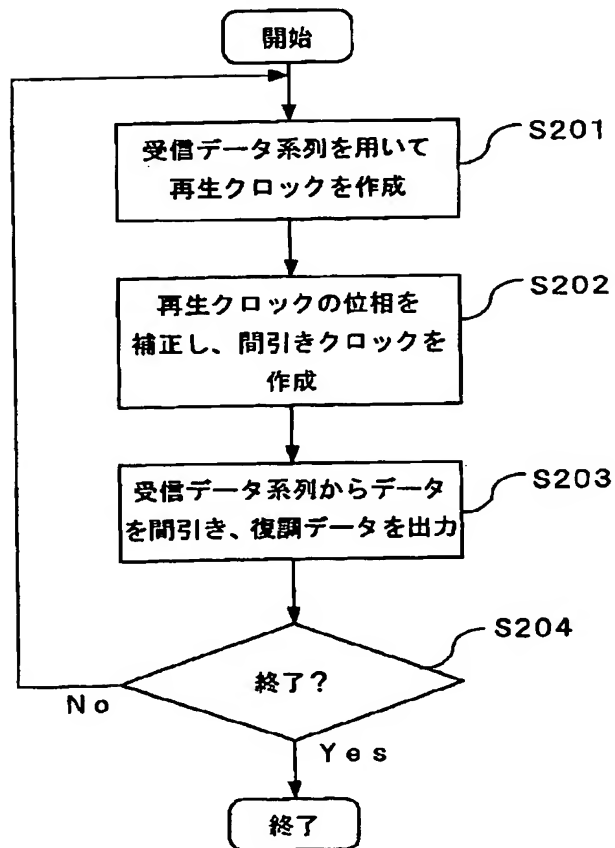
【図11】



【図10】



【図12】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**